



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104898512 B

(45)授权公告日 2017.12.05

(21)申请号 201510223755.2

(22)申请日 2015.05.05

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104898512 A

(43)申请公布日 2015.09.09

(73)专利权人 北京广利核系统工程有限公司

地址 100094 北京市海淀区永丰路5号院5号楼101

专利权人 中国广核集团有限公司

(72)发明人 裴红伟 孟广国 龙威 冀建伟

邹华明 赵季红 徐海玲 时建纲

井占发 赵娜 曹延芝 石秦

王嫫

(51)Int. Cl.

G05B 19/042(2006.01)

(56)对比文件

CN 101706039 A,2010.05.12,

KR 1999-0072281 A,1999.09.27,

KR 10-2011-0047411 A,2011.05.09,

CN 102522128 A,2012.06.27,

CN 102568625 A,2012.07.11,

CN 104200857 A,2014.12.10,

CN 104485140 A,2015.04.01,

CN 102184750 A,2011.09.14,

姚惠钦.核电站式仪控设备鉴定技术研究.

《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技II辑》.2013,(第10期),全文.

韦智康 等;.安全级数字化仪控系统鉴定试验研究.《自动化博览增刊》.2011,全文.

张明葵.CARR数字化保护系统测试系统的研制.《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技II辑》.2005,(第2期),全文.

黄晓津 等.数字化保护系统工程样机研制及质量鉴定.《全国第四届核反应堆用核一起学术会议论文集》.2005,全文.

审查员 陈林

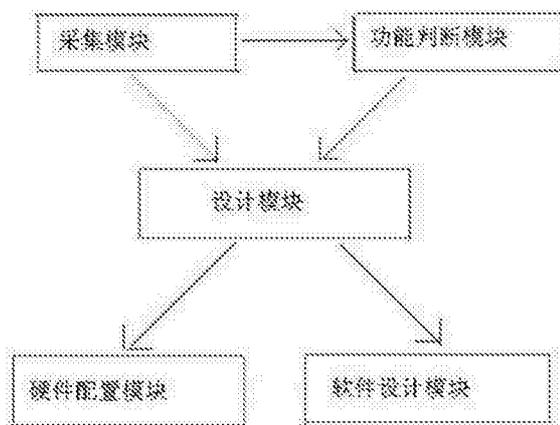
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法

(57)摘要

本发明涉及一种核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法,具体包括通过采集模块,采集组成系统的设备类型;通过功能判断模块,选取典型功能;通过设计模块,设计系统架构示意图;通过硬件配置模块,配置所需要的硬件;通过软件设计模块,设计所需要的软件。本发明提出的核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法,从硬件上和软件上都具有与被鉴定应用系统的典型性,对于规模比较大的核电厂保护系统设备鉴定中样机的设计具有直接指导意义,而且通过该典型性分析方法设计的设备鉴定样机,基本上符合各类型设备在实际工程应用中的情况。



1. 一种核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法, 基于采集模块、功能判断模块、设计模块、硬件配置模块以及软件设计模块实现, 具体包括以下步骤:

步骤一、根据仪控系统设备鉴定对象确定的设备范围, 利用采集模块将鉴定样机所需的主处理类板卡、通信类板卡、信号采集类板卡、转接板卡、显示类模块、电源类模块、空开、滤波器、继电器、端子、线缆的类型、规格和数量汇总, 作为基础构建参数;

步骤二、利用功能判断模块接收采集模块确定的基础构建参数, 查阅并列举出每个基础构建参数对应的不同功能, 选取最少的几个典型功能, 使这些功能能覆盖所有基础构建参数的功能, 然后检验选取的这几个典型功能是否能覆盖所有基础构建参数的表决逻辑类型和接口类型;

步骤三、设计模块接收采集模块确定下的基础构建参数和功能判断模块确定下的典型功能, 设计设备鉴定样机的总体架构, 以体现被鉴定对象的总体冗余架构以及通信方式;

步骤四、硬件配置模块接收设计模块设计出的总体架构, 选择设备, 并进行电气连接, 其中, 用于安装上述各类板卡的机箱中, 至少有1个机箱设计和安装位置与实际设备一致, 且至少有1个机箱的板卡达到满配; 所有设备的安装方式、供电方式和接地方式都要与保护系统设计要求一致;

步骤五、软件设计模块接收设计模块设计出的总体架构, 设计出相应的鉴定应用软件, 在搭建的设备上安装运行鉴定应用软件, 完成鉴定样机的搭建。

2. 根据权利要求1所述的一种核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法, 其特征在于, 在所述步骤三中, 进行设备鉴定样机总体架构设计时不需要考虑冗余。

3. 根据权利要求1所述的一种核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法, 其特征在于, 在所述步骤三中, 设备鉴定样机内部通信具备保护系统中实际使用到的所有通信方式。

4. 根据权利要求1所述的一种核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法, 其特征在于, 在所述步骤三中, 设备鉴定样机保证网络负荷不低于保护系统实际应用时的网络负荷。

5. 根据权利要求1所述的一种核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法, 其特征在于, 在所述步骤五中, 所述软件要实现步骤二中所述的典型功能。

6. 根据权利要求1所述的一种核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法, 其特征在于, 在所述步骤五中, 所述软件应覆盖核电厂安全功能产品的典型应用软件功能块。

7. 根据权利要求1所述的一种核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法, 其特征在于, 在所述步骤五中, 所述软件规模应使得主处理设备的CPU负荷不小于核电厂安全功能的平台产品中主处理设备的CPU负荷。

8. 根据权利要求1所述的一种核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法, 其特征在于, 在所述步骤二中, 表决逻辑类型包括1/2表决逻辑、2/3表决逻辑、2/4表决逻辑、专用组合表决逻辑、对于宽松信号的2/4表决逻辑、对于宽松信号的2/3表决逻辑。

9. 根据权利要求1所述的一种核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法, 其特征在于, 在所述步骤二中, 接口类型包括有源模拟量信号、无源模拟量信号、有源数字量信号、无源数字量信号、四线制的PT100信号、热电偶信号。

## 核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于核电站安全级数字化仪控系统的设备鉴定领域,特别是一种核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法。

### 背景技术

[0002] 根据核安全法规规定,核安全级数字化仪控系统在正式工程应用前必须经过设备鉴定,以确保核电站仪控系统在规定的运行条件及环境条件下完成其预定功能。

[0003] 国际上开展的设备鉴定活动主要针对具有核电厂安全功能的一系列平台产品,并非直接针对特定核电站的仪控系统。平台设备鉴定实现方案概述如下:

[0004] 1、依据平台产品的技术规格以及平台典型系统架构要求,搭建一个最小的典型系统,实现典型的核电厂保护系统安全功能;

[0005] 2、鉴定样机的软硬件配置尽可能代表未来应用时的配置;

[0006] 3、测试用例的设计应覆盖平台功能性能指标的验证。

[0007] 现有的平台设备鉴定技术中,存在如下问题:

[0008] 1、平台设备鉴定中所使用的最小的典型系统与某一特定电厂的保护系统架构存在较大差异,系统架构中的各种链路及硬件配置无法覆盖到特定应用系统的典型要求;

[0009] 2、平台设备鉴定中所使用的最小的典型系统的功能无法覆盖到特定应用系统的典型功能,部分功能性能指标在最小的典型系统中无法得到验证;

[0010] 3、平台设备鉴定中所使用的最小的典型系统中的产品类型无法覆盖到特定应用系统中要求的产品类型。平台鉴定中一般考虑各仪控产品供应商研制的产品,对特定应用中可能会用到的外购品无法预计,因此平台鉴定中无法覆盖到此类产品;

[0011] 4、平台设备鉴定中所使用的最小典型系统无法覆盖特定应用中的应用硬件配置,如冗余供电方式、机柜内部的布局排列、机柜内部各位置的最大配重以及温升等要求。

[0012] 除此之外,平台鉴定技术用于特定核电厂保护系统的做法目前还没得到国家监管机构的认可,而国际国内上目前还没有针对特定核电站仪控系统的设备鉴定技术。目前安全级设备鉴定相关标准里(如IEEE 7-4.3.2、IEEE 323、RG1.209等),对于此类设备要求的描述甚少且不具体,指导意义及可操作性不强。

[0013] 对于特定核电站,设备鉴定样机的设计,是关键技术之一。由于核电厂保护系统规模大,一般一个机组的保护系统规模都在100个机柜的规模,首选的设备鉴定方法是型式试验法,而型式试验法需要按照与应用系统1:1的规模进行设备鉴定,这样导致规模较大,不可行。另一方面,保护系统中的设备由于冗余要求,系统中的冗余设备比较多,而导致设备的硬件配置以及功能极具相似,它的硬件配置以及功能与其余设备非常相似,因此按照与应用系统1:1的规模进行设备鉴定也没有必要,经济上会造成很大的浪费。因此需要设计一个能够代表保护系统的典型性样机,从而在该样机上进行设备鉴定活动。

### 发明内容

[0014] 为了克服现有技术的不足,本发明提供一种核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法,基于采集模块、功能判断模块、设计模块、硬件配置模块以及软件设计模块实现,具体包括以下步骤:

[0015] 步骤一、根据仪控系统设备鉴定对象确定的设备范围,利用采集模块将鉴定样机所需的主处理类板卡、通信类板卡、信号采集类板卡、转接板卡、显示类模块、电源类模块、空开、滤波器、继电器、端子、线缆的类型、规格和数量汇总,作为基础构建参数;

[0016] 步骤二、利用功能判断模块接收采集模块确定的基础构建参数,查阅并列举出每个基础构建参数对应的不同功能,选取最少的几个典型功能,使这些功能能覆盖所有构建参数的功能,然后检验选取的这几个典型功能是否能覆盖所有基础构建参数的表决逻辑类型和接口类型;

[0017] 步骤三、设计模块接收采集模块确定下的基础构建参数和功能判断模块确定下的典型功能,设计设备鉴定样机的总体架构,以体现被鉴定对象的总体冗余架构以及通信方式;

[0018] 步骤四、硬件配置模块接收设计模块设计出的总体架构,选择设备,并进行电气连接,其中,用于安装上述各类板卡的机箱中,至少有1个机箱设计和安装位置与实际设备一致,且至少有1个机箱的板卡达到满配;所有设备的安装方式、供电方式和接地方式都要与保护系统设计要求一致;

[0019] 步骤五、软件设计模块接收设计模块设计出的总体架构,设计出相应的软件,在搭建的设备上安装运行鉴定应用软件,完成鉴定样机的搭建。

[0020] 具体地,在所述步骤三中,进行设备鉴定样机总体架构设计时不需要考虑冗余。

[0021] 具体地,在所述步骤三中,设备鉴定样机内部通信具备保护系统中实际使用到的所有通信方式。

[0022] 具体地,在所述步骤三中,设备鉴定样机保证网络负荷不低于保护系统实际应用时的网络负荷。

[0023] 具体地,在所述步骤五中,所述软件要实现步骤二中所述的典型功能。

[0024] 具体地,在所述步骤五中,所述软件应覆盖所述核电厂安全功能产品的典型应用软件功能块。

[0025] 具体地,在所述步骤五中,所述软件规模应使得主处理设备的CPU负荷不小于所述核电厂安全功能的平台产品中主处理设备的CPU负荷。

[0026] 具体地,在所述步骤二中,表决逻辑类型包括1/2表决逻辑、2/3表决逻辑、2/4表决逻辑、专用组合表决逻辑、对于宽松信号的2/4表决逻辑、对于宽松信号的2/3表决逻辑。

[0027] 具体地,在所述步骤二中,接口类型包括有源模拟量信号、无源模拟量信号、有源数字量信号、无源数字量信号、四线制的PT100信号、热电偶信号。

[0028] 本发明提出的核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法,从硬件上和软件上都具有被鉴定应用系统的典型性,对于规模比较大的核电厂保护系统设备鉴定中样机的设计具有直接指导意义,而且通过该典型性分析方法设计的设备鉴定样机,基本上符合各类型设备在实际工程应用中的情况。

## 附图说明

- [0029] 图1为本发明构建设备鉴定样机的流程图。
- [0030] 图2为本发明选取典型安全功能及主要技术性能的流程图。
- [0031] 图3为本发明选取典型安全功能的具体实施例图。
- [0032] 图4为本发明构建工具的示意图。

### 具体实施方式

[0033] 以下结合附图对本发明的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明,并不用于限制本发明。

[0034] 本发明提出一种核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法,通过分析保护系统关键特性:

- [0035] 1、将设备鉴定样机规模缩小到可开展型式试验的程度;
- [0036] 2、设备鉴定样机要具有充分代表性;
- [0037] 3、在样机上所进行的验证活动需达到验证整个保护系统的目的。

[0038] 本发明的具体步骤如下:

[0039] 步骤一:首先应确定被鉴定对象的设备范围,从而确定设备鉴定样机应该覆盖的产品类型。按照被鉴定系统的设备组成,确定被鉴定对象的设备范围,通过采集模块采集被鉴定对象的设备类型,并将其汇总到表格中。设备鉴定样机所使用到的设备类型应覆盖被鉴定的保护系统范围内所有产品类型及产品型号,包括:仪控供应商开发的平台产品类型(如:主处理类板卡、通信类板卡、信号采集类板卡、及这些板卡的转接板卡、显示类模块、电源类模块等)及外购类产品(如:空开、滤波器、继电器、端子、线缆等)。依据此得出设备鉴定样机的产品清单。

[0040] 步骤二:步骤一确定的设备类型需要按照一定的逻辑关系组织起来,步骤二即为选取典型功能及主要技术性能,如图2所示,首先列举核电厂保护系统所有功能性能清单,分析所有的功能性能,选取能覆盖所有设备类型的功能性能为典型功能,然后检验所选择的典型功能是否覆盖所有表决逻辑类型,如:1/2表决逻辑、2/3表决逻辑、2/4表决逻辑、专用组合表决逻辑、对于宽松信号的2/4表决逻辑、对于宽松信号的2/3表决逻辑。若是,直接检验所选择的典型功能是否覆盖所有接口类型,如:有源模拟量信号、无源模拟量信号、有源数字量信号、无源数字量信号、四线制的PT100信号、热电偶信号;若否,查看未能覆盖的表决逻辑类型所在的功能,然后返回到选取典型功能步骤。在检验所选择的典型功能是否覆盖所有接口类型时,若否,查看未能覆盖的接口类型所在功能,然后返回典型功能选取步骤;若是,则典型功能选取完成。典型功能是最基本的、关键的功能,确定设备之间的逻辑关系以及电气连接关系。通过以下几个方面实现:

- [0041] ①典型功能需覆盖鉴定范围内所有设备类型;
- [0042] ②典型功能需覆盖安全功能的所有表决逻辑类型;
- [0043] ③典型功能需覆盖鉴定范围内所有接口类型的分析原则进行典型功能的选取。

[0044] 如图3所示,表格“列”表示安全仪控系统所有功能,表格“行”表示鉴定需覆盖的所有设备类型(即步骤一所得),分析每个功能如图3所示。对于功能1、2来说,功能2可完全覆盖功能1,且功能2中覆盖功能3~7中没有的设备A,因此功能2为典型功能,此时未覆盖的设备有F~H/M/N,能覆盖设备F~H/M/N的为功能3、5、6、7,而功能5可同时覆盖设备F~H/M/N,

因此功能5为典型功能。此时根据原则①选取的典型功能为3、5,。若功能3、5能同时满足原则②、③,则最终确定典型功能为3、5,否则将根据原则②、③继续进行典型功能的选取。

[0045] 步骤三:硬件上的电气连接关系以及功能上的逻辑关系还不能完全体现被鉴定对象的总体冗余架构以及通信网络架构等,因此下一步需要进行设备鉴定样机的总体架构设计。主要从以下两点进行:

[0046] ①设备鉴定样机系统架构应体现保护系统的主要组成部分。若某些组成部分内部为冗余结构,由于冗余结构不管从硬件还是软件上来说,都几乎一样,而设备鉴定主要侧重硬件,所以设备鉴定样机系统架构设计时不需要考虑冗余。如,通常情况下,保护系统中实现停堆的架构为4个互相冗余的通道,那么设备鉴定样机覆盖一个通道即可(当然为使能够验证该通道的停堆功能,另外三个通道数据需通过其他设备进行模拟)。

[0047] ②设备鉴定样机内部通信应具备保护系统中实际使用到的所有通信方式,如点对点、环网等。

[0048] 注:设备鉴定样机应保证网络负荷不低于保护系统实际应用时的网络负荷。

[0049] 步骤四:上述三个步骤完成后,下一步需要将所选择设备、按照所设计的电气连接关系,按照一定的原则进行物理布局与工程设计,例如机箱内的布局设计、机柜内的布局设计,从而确定鉴定样机的硬件配置。鉴定样机的硬件配置主要从以下五个方面进行:

[0050] ①从机箱安装位置、模块安装高度等方面的硬件布局考虑设备鉴定样机的典型应用硬件配置:同类机箱、模块中,至少有1个的安装位置及安装高度要严酷或与实际应用时保持一致;

[0051] ②设备鉴定样机机箱板卡配置应不小于同类机箱中板卡及模块的数量配置。考虑到将来现场应用板卡可能达到满配,所以设备鉴定样机各类机箱至少要有1个机箱的板卡达到满配;

[0052] ③设备鉴定样机采用的供电方式要与保护系统设计要求一致;

[0053] ④设备鉴定样机的接地方式应包括三种类型:保护地、屏蔽地、工作地(即信号地),并且与保护系统设计要求一致;

[0054] ⑤设备鉴定样机中所有设备的安装方式,都与保护系统设计中要求设备的安装方式一致。

[0055] 步骤五:确定鉴定样机硬件配置后,最后需要为鉴定样机设计应用软件,一方面通过应用软件实现上述选取的功能性能,另一方面,为了充分验证各部件的功能性能特征,需要专门设计应用软件实现对这些部件的监测。设备鉴定样机中的应用软件设计从以下三个方面进行:

[0056] ①设备鉴定样机应用软件应实现典型功能(3中所选的典型功能);

[0057] ②设备鉴定样机应用软件应覆盖保护系统中的典型应用软件功能块;

[0058] ③设备鉴定样机应用软件规模应使得主处理设备的CPU负荷不小于保护系统中主处理设备的CPU负荷。

[0059] 按照上述步骤设计出的鉴定样机包括6个机柜,内部配置包括模块、板卡及外购品等。

[0060] 综上,本发明提出的核电厂核安全级数字化仪控系统设备鉴定样机的构建方法,从硬件上和软件上都具有与被鉴定应用系统的典型性,对于规模比较大的核电厂保护系统

设备鉴定中样机的设计具有直接指导意义,而且通过该典型性分析方法设计的设备鉴定样机,基本上符合各类型设备在实际工程应用中的情况。

[0061] 以上结合附图详细描述了本发明的优选实施方式,但是,本发明并不限于上述实施方式中的具体细节,在本发明的技术构思范围内,可以对本发明的技术方案进行多种简单变型,这些简单变型均属于本发明的保护范围。

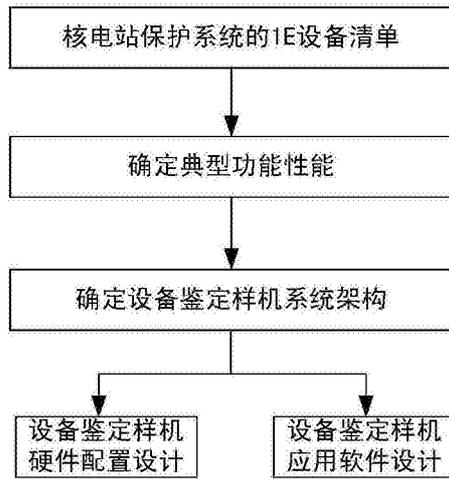


图1

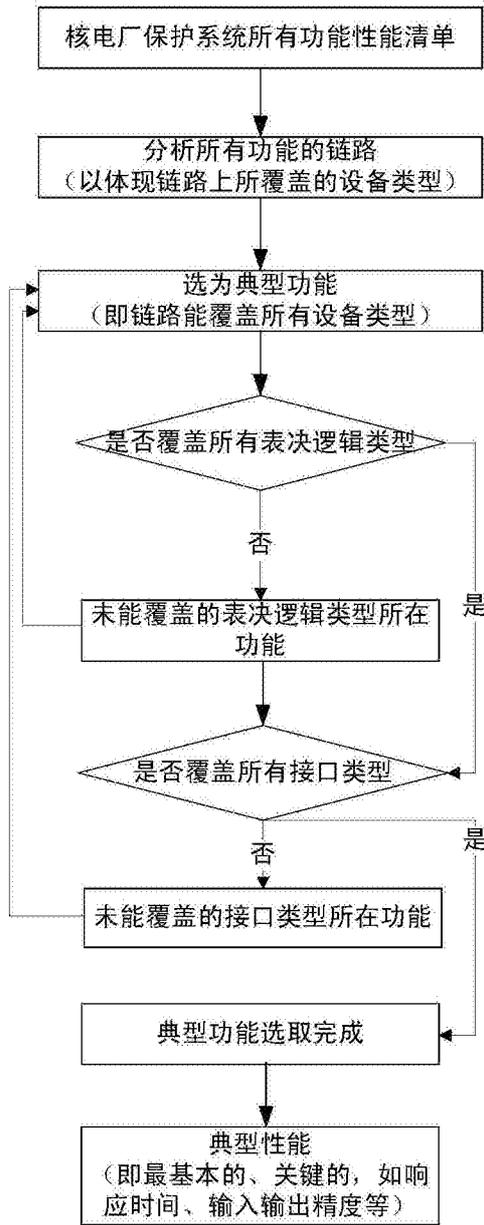


图2

功能 设备	功能 1	功能 2	功能 3	功能 4	功能 5	功能 6	功能 7
A	✓	✓					✓
B	✓	✓		✓			
C	✓	✓			✓		
D		✓			✓		✓
E		✓		✓			✓
F			✓	✓	✓		✓
G			✓		✓		✓
H			✓		✓	✓	
I		✓	✓			✓	
G	✓	✓		✓		✓	
K	✓	✓		✓		✓	✓
L		✓	✓	✓			
M			✓		✓	✓	
N					✓	✓	

图3

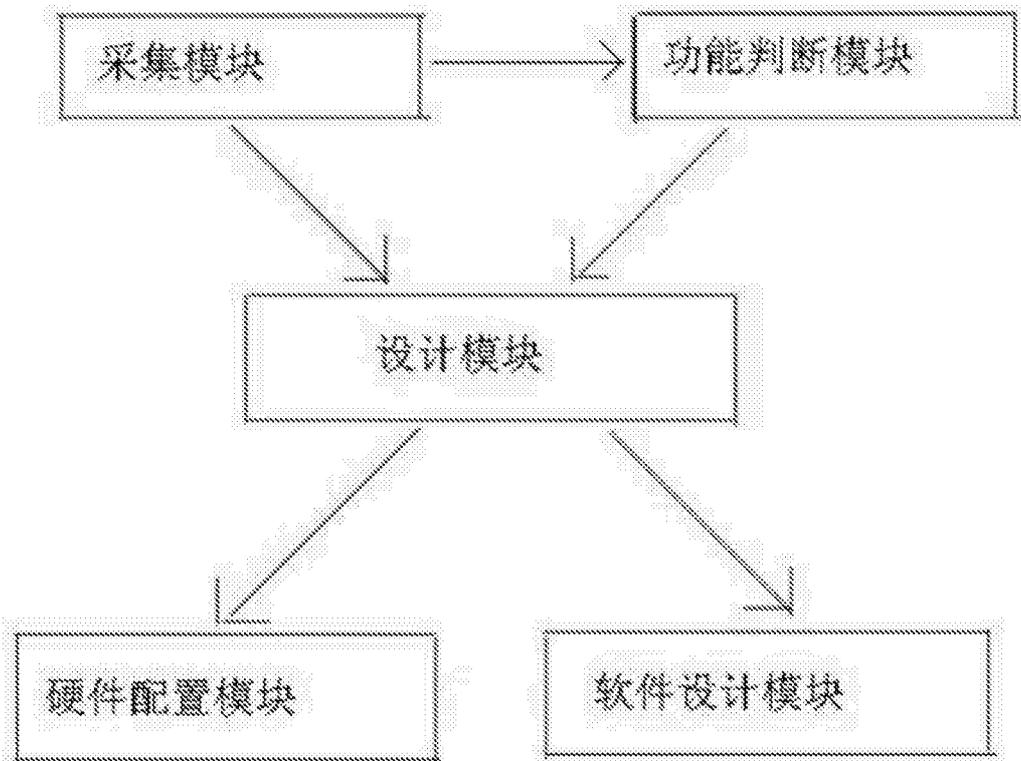


图4